

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

SCS – SECURITY CONTROL SYSTEM

CURITIBA

2011

HENRIQUE DUARTE LIMA
JONATHAN CARVALHO DINIZ

SCS – SECURITY CONTROL SYSTEM

Projeto apresentado como requisito parcial para avaliação do Programa de Aprendizagem em Microprocessadores II e requisito para o programa de Aprendizagem em Eletrônica II, do Curso de Engenharia de Computação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, sob a Orientação dos professores Afonso Ferreira Miguel e Ivan Jorge Chueiri.

CURITIBA

2011

RESUMO

O Projeto SCS, referente ao sexto período do curso de Engenharia de Computação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, propõe o desenvolvimento, de um sistema de monitoramento de corrente, utilizando sensor de corrente, microcontrolador, amplificadores operacionais e interface USB para a gravação do microcontrolador.

Palavras-chave: monitoramento, projeto, corrente, amplificadores operacionais.

ABSTRACT

The SCS project, regarding of sixth period of the course of Engenharia de Computação at the Pontifícia Universidade Católica do Paraná, proposes the development of a monitoring system current using current sensor, microcontroller, operational amplifiers and USB interface for recording the microcontroller.

Keywords: monitoring, project, current, operational amplifiers.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	7
2.	OBJETIVOS.....	8
	2.1. GERAL.....	8
	2.2. ESPECÍFICO.....	8
3.	MATERIAIS UTILIZADOS.....	9
4.	DESCRIÇÃO GERAL.....	10
	4.1. HISTÓRIA DO PROJETO.....	10
	4.2. HARDWARE E MECÂNICO.....	11
	4.3. MAQUETE.....	16
	4.4. SOFTWARE.....	17
5.	MICROCONTROLADOR.....	18
6.	DIAGRAMAS ELÉTRICOS.....	19
7.	CIRCUITOS IMPRESSOS.....	21
8.	CÓDIGO-FONTE.....	22
9.	GLOSSÁRIO.....	23
10.	PROBLEMAS APRESENTADOS.....	24
11.	CONCLUSÃO.....	25
12.	REFERÊNCIAS.....	26

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1 - Resistor de fio de 5W utilizado no projeto	11
Figura 2 - TL082.	12
Figura 3 - Relé utilizado no projeto	12
Figura 4 - BC548	13
Figura 5 - Push-Buttons	13
Figura 6 - Display LCD 16x2 utilizado no projeto	14
Figura 7 - Buzzer	14
Figura 8 - PIC18F4550	15
Figura 9 - Placa Projeto SCS	15
Figura 10 – Projeto SCS na caixa	16
Figura 11 – Projeto SCS por outro ângulo	16
Figura 12 - Interface PIC C Compiler	17
Figura 13 - Diagrama elétrico amplificadores operacionais.....	19
Figura 14 - Diagrama elétrico integrado com microcontrolador	20
Figura 15 - Placa de circuito impresso	21
Figura 16 - Trecho do código-fonte do projeto SCS	22

1. INTRODUÇÃO

A sobrecarga elétrica pode provocar inúmeros problemas, sendo desde financeiros até aqueles que ameaçam a vida, fazendo com que este assunto deva ser encarado com grande seriedade.

Situações de sobrecarga da rede elétrica podem ocorrer quando uma grande quantidade de equipamentos são acionados sem levar em consideração se as vias de transmissão de energia estão aptas a suportarem a corrente necessária para o funcionamento dos equipamentos.

Em residências os cuidados com a sobrecarga elétrica são praticamente inexistentes devido ao fato dos equipamentos de segurança serem voltados quase que exclusivamente a grandes indústrias, e conseqüentemente possuem um alto valor de aquisição inviabilizando assim que estes possam ser adquiridos.

Nas micro-empresas os sistemas de segurança elétrica normalmente não condizem corretamente com as necessidades, visto que são equipamentos voltados para grandes indústrias e que na maioria dos casos necessitam de uma grande tempo para que sejam implementados adequadamente.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Com base nos conhecimentos adquiridos com o decorrer do curso, construir um projeto que utilize e integre todos estes conhecimentos, propiciando a elaboração de um projeto não apenas simples, mas sim versátil, e que procure atender as expectativas dos professores orientadores e dos próprios criadores.

2.2. ESPECÍFICO

1. Estudar e testar o funcionamento de um circuito para a medição de corrente;
2. Confeccionar circuitos elétricos, aprendendo como funcionam, e testá-los;
3. Elaborar um circuito básico atuando como carga para teste;
4. Criar um software embarcado para controlar o projeto;
5. Confeccionar a maquete do projeto;
6. Página da internet contendo as principais descrições do projeto em si.

3. MATERIAIS UTILIZADOS

- Fios de prova;
- Estanho;
- CI TL082;
- Microcontrolador PIC18F4550;
- Placa de Fibra de Vidro;
- Capacitores de 1uF x 50V;
- Capacitores de 22nF x 100V;
- Resistores de Precisão;
- Resistores de Potência (Fio);
- Gravador de PIC;
- Madeira MDF;
- Relé 12V;
- Transistor NPN BC548;
- Cristal 20 mHz;
- Buzzer;
- Led 3mm;
- Push-Buttons;
- Display LCD 16x2;
- Flat Cable;
- Furadeira;
- Serra;
- Fita Adesiva;
- Conectores Borne.

4. DESCRIÇÃO GERAL

4.1. HISTÓRIA DO PROJETO

A partir de uma breve discussão entre os responsáveis pelo referido projeto a respeito do planejamento necessário para a instalação de equipamentos/eletrônicos em um determinado ambiente foi possível concluir que demasiadas micro-empresas/residências não possuem um controle que impeça que uma grande quantidade de dispositivos sejam ligados simultaneamente e conseqüentemente acarretem na sobrecarga da rede elétrica interna.

Os riscos de problemas e falhas referentes a uma grande intensidade de corrente a que um determinado sistema é submetido sem uma devida proteção se tornou a principal preocupação dos membros do projeto, e por conseqüência fez com que a idéia central do projeto se voltasse para a meta de impedir que uma sobrecarga em uma instalação elétrica local pudesse provocar incidentes.

Incidentes elétricos, em redes residenciais ou industriais, representam um elemento que deve ser encarado com grande preocupação, devido ao fato de infligirem danos financeiros. Além do prejuízo material, certamente esses desastres podem provocar danos terríveis e irreparáveis contra a vida humana. Esses fatos tornaram-se o grande desafio do projeto, fazendo dos incidentes elétricos a barreira ao qual se tem por objetivo superar.

Ao constatar o elevado custo que as soluções atuais possuem, o projeto SCS incorporou aos requisitos a necessidade de um produto financeiramente acessível, a fim de propiciar a fácil popularização do mesmo.

4.2. HARDWARE E MECÂNICO

O primeiro passo para a construção do hardware surgiu após pesquisas sobre, primeiramente, como funciona a medição de intensidade de corrente, e após isso, métodos para medição de corrente.

Após estas pesquisas, viu-se que era mais viável a utilização do chamado resistor de shunt como sensor de corrente. Resistores shunt são resistores de baixa resistência de precisão utilizados para medir corrente contínua ou alternada pela queda de tensão que essas correntes criam através da resistência. Para definir qual valor da resistência de shunt, foram adotados os seguintes passos:

1. Primeiramente, definir a corrente máxima e a tensão a ser trabalhada;
2. Encontrar o valor adequado da resistência ($V = I \times R$);
3. Calcular a potência máxima para o resistor.

Para o projeto, definiu-se o resistor de shunt como sendo de $0,01R$ com uma potência de 5W (Figura 1), pois foi o resistor que melhor se adequou às nossas necessidades, com sobra, e foi um dos únicos valores desta escala disponíveis comercialmente na região.



Figura 1 – Resistor de fio de 5W utilizado no projeto.

Após alguns testes feitos com o resistor de shunt para a medição de corrente, percebeu-se que como estávamos trabalhando com o monitoramento de correntes baixas, a queda de tensão no resistor de shunt era muito pequena, logo, o conversor A/D utilizado no projeto não iria conseguir realizar a aquisição deste sinal precisamente. Outro grande problema seria relacionado ao sentido da corrente, já que como o sentido muda, o sinal do mesmo também muda, resultando em problemas para a aquisição de sinal pelo conversor A/D.

Como solução para estes problemas, utilizaram-se amplificadores operacionais para amplificar o sinal e deslocá-lo de forma com que o conversor A/D que seria

utilizado mais adiante pudesse fazer a aquisição do sinal sem qualquer problema. Os amplificadores operacionais utilizados no projeto foram dois TL082 (Figura 2).

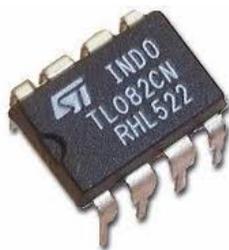


Figura 2 – TL082.

Basicamente foram implementados 3 tipos de circuitos utilizando amplificadores operacionais: circuito subtrator de ganho igual a 5 sendo este ganho 5 para respeitar a faixa do conversor A/D em relação à corrente máxima definida, circuito somador inversor para deslocar o sinal, e circuito inversor unitário para inverter o sinal.

Após modelar o sinal da forma desejada, deu-se espaço para pesquisas relacionadas a parte de segurança do projeto, caso a corrente máxima definida fosse ultrapassada.

Para a área de segurança do projeto, utilizou-se um relé 12V (Figura 3) com a finalidade de deixar o circuito da carga em aberto caso esta carga venha ter um valor de corrente maior que a máxima definida.



Figura 3 – Relé utilizado no projeto.

Como a finalidade do relé era de chavear a carga caso esta ultrapassasse a corrente máxima definida, é necessário que o microcontrolador, de acordo com a corrente, mande um sinal para estimular o relé indicando se o mesmo deve chavear ou não a carga. Como a porta do microcontrolador não possui corrente suficiente para estimular o relé, foi necessário a utilização de um transistor NPN BC548 (Figura 4) para que assim fosse possível estimular o relé.

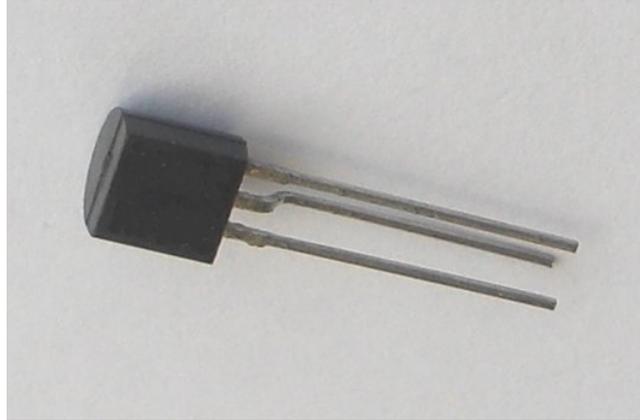


Figura 4 – BC548.

Neste projeto, colocaram-se também push-buttons (Figura 5) para que fosse possível definir uma corrente máxima, ou seja, colocaram-se 3 push-buttons com a finalidade de aumentar o valor da corrente limite (+), diminuir o valor da corrente limite (-) e o terceiro push-button para validar os valores setados



Figura 5 – Push-Buttons.

Para que fosse possível acompanhar a intensidade da corrente que passa pela carga, utilizou-se no projeto um display LCD 16x2 (Figura 6). Além de mostrar os valores de corrente, este display mostrara também os valores a serem setados como máximo de corrente e também um alerta quando a corrente ultrapassasse o limite estipulado.

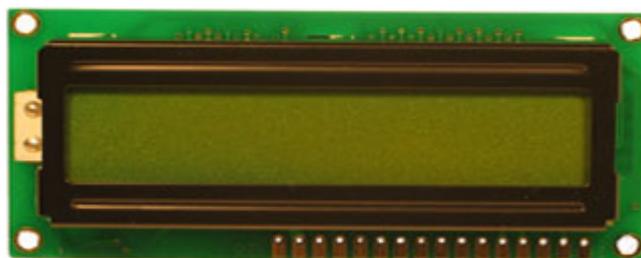


Figura 6 - Display LCD 16x2 utilizado no projeto.

Também como forma segurança, implementou-se no projeto um alerta sonoro que é ativado caso a corrente que passa pela carga ultrapasse a corrente limite definida. O alerta sonoro utilizado neste projeto foi um buzzer básico (Figura 7).



Figura 7 – Buzzer.

Por fim, após testes feitos com resistor de shunt como resistor de corrente, amplificadores operacionais em perfeita funcionalidade, testes realizados com relé, push-buttons e display LCD também sendo bem sucedida, pode-se assim fazer a inserção de um microcontrolador para fazer a integração e programação de todas as partes do projeto.

O microcontrolador utilizado no projeto foi o PIC18F4550 (Figura 8), pois foi o que melhor adequou-se ao nosso perfil, e também por possuir disponibilidade de interface USB para a gravação.

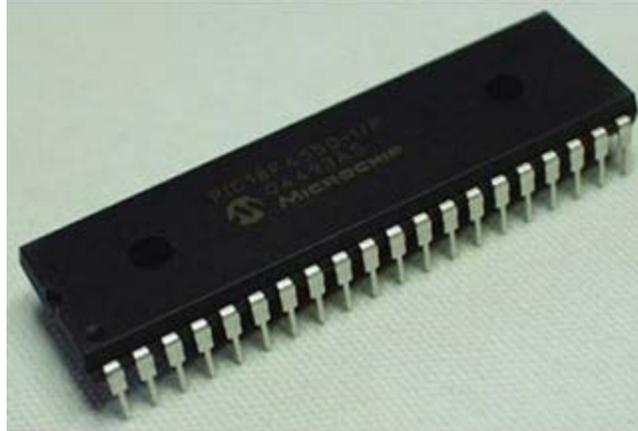


Figura 8 – PIC18F4550.

Posteriormente, as placas de circuito impresso foram cuidadosamente implementadas e testadas no decorrer dos dias finais de entrega do projeto.

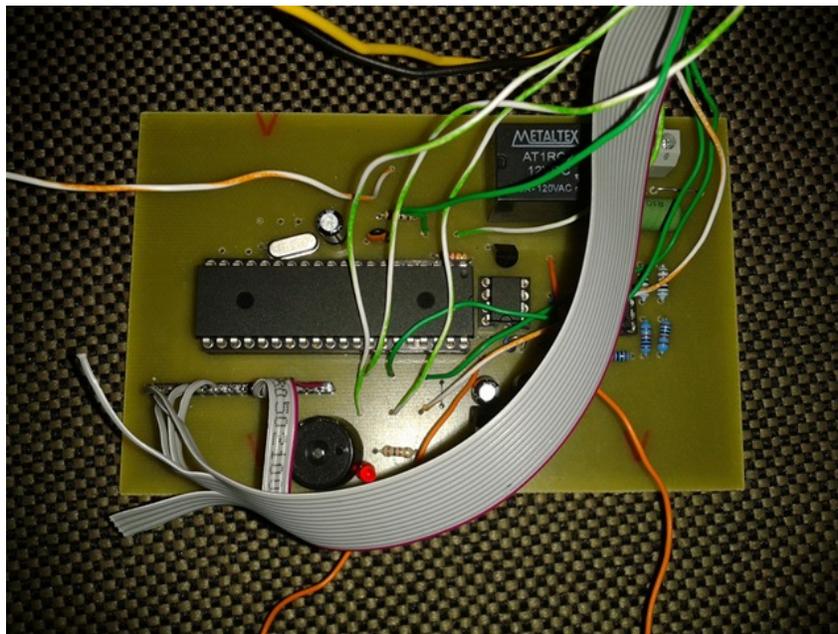


Figura 9 – Placa Projeto SCS.

4.3. MAQUETE

Para a elaboração da maquete do projeto, utilizou-se madeira MDF, que foram cuidadosamente cortadas para que fosse possível montar uma caixa (Figura 10) onde o projeto viria a funcionar.

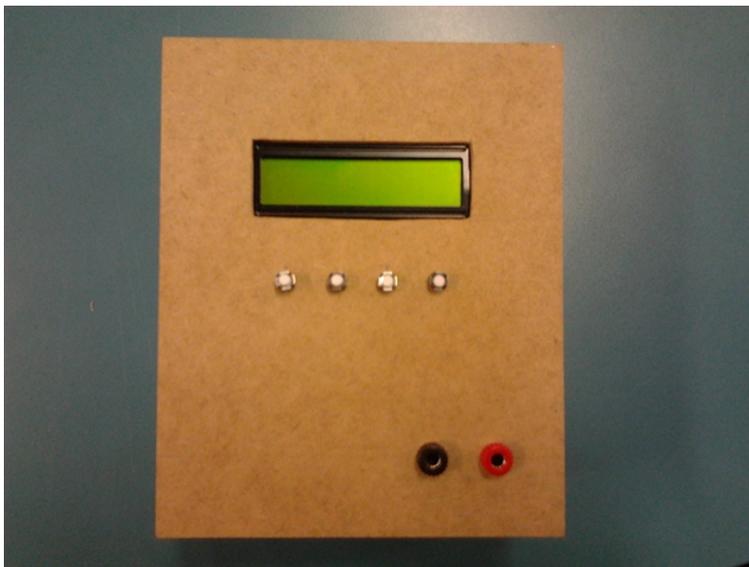


Figura 10 – Projeto SCS na caixa.

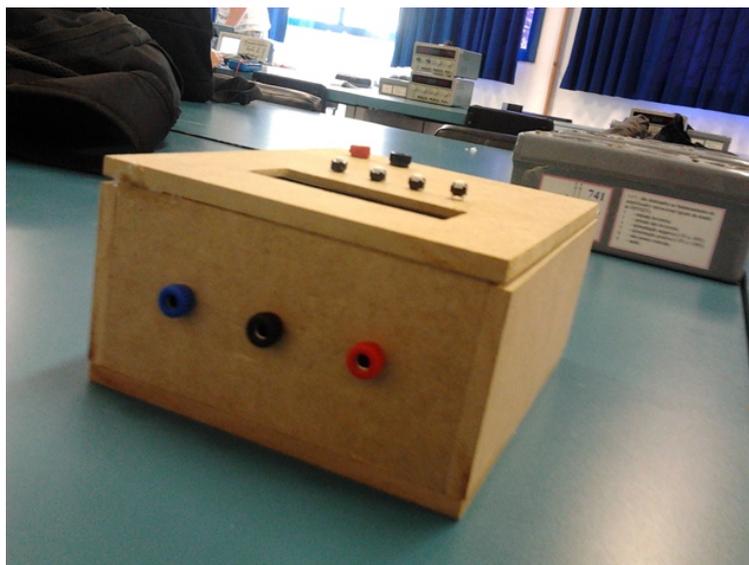
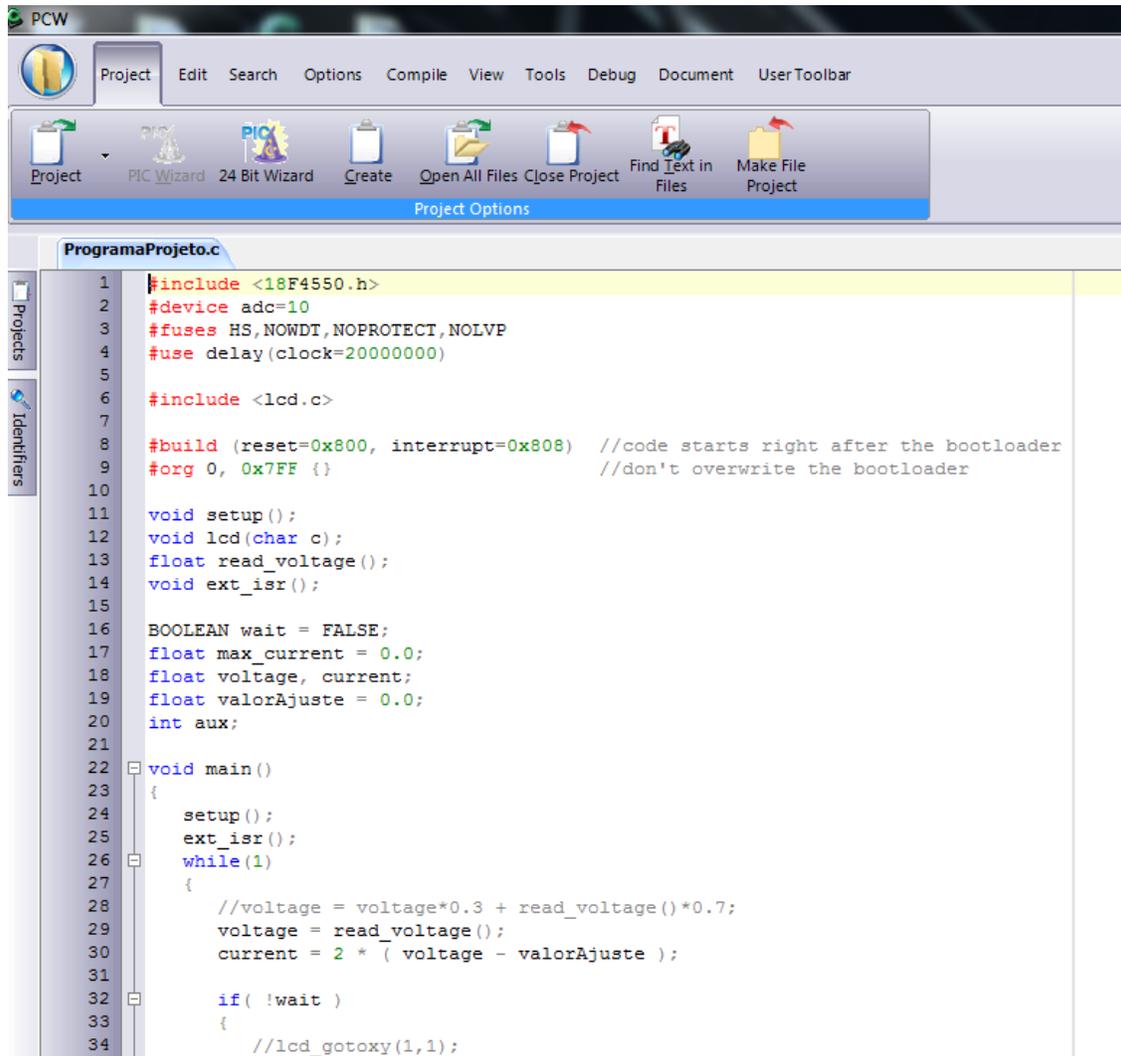


Figura 11 – Projeto SCS por outro ângulo.

4.4. SOFTWARE

Para o controle do projeto e para a programação do microcontrolador, foi desenvolvido um software em linguagem C capaz de controlar os elementos necessários. O usuário do projeto ativa este software através da simples alimentação do circuito do projeto. A interface do software (PIC C Compiler) utilizado para programar o microcontrolador pode ser visto na Figura 12.



```

1  #include <18F4550.h>
2  #device adc=10
3  #fuses HS,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP
4  #use delay(clock=20000000)
5
6  #include <lcd.c>
7
8  #build (reset=0x800, interrupt=0x808) //code starts right after the bootloader
9  #org 0, 0x7FF {} //don't overwrite the bootloader
10
11 void setup();
12 void lcd(char c);
13 float read_voltage();
14 void ext_isr();
15
16 BOOLEAN wait = FALSE;
17 float max_current = 0.0;
18 float voltage, current;
19 float valorAjuste = 0.0;
20 int aux;
21
22 void main()
23 {
24     setup();
25     ext_isr();
26     while(1)
27     {
28         //voltage = voltage*0.3 + read_voltage()*0.7;
29         voltage = read_voltage();
30         current = 2 * ( voltage - valorAjuste );
31
32         if( !wait )
33         {
34             //lcd_gotoxy(1,1);

```

Figura 12 – Interface PIC C Compiler.

5. MICROCONTROLADOR

Para este projeto, como citado no tópico hardware e mecânico, foi utilizado o microcontrolador PIC18F4550. Segue abaixo algumas de suas características:

Program Memory Type: Flash

Program Memory (KB): 32

CPU Speed (MIPS): 12

RAM Bytes: 2,048

Data EEPROM (bytes): 256

Timers: 1 x 8-bit, 3 x 16-bit

ADC: 13 ch, 10-bit

Comparator: 2

USB (ch, speed, compliance): 1, Full Speed, USB 2.0

Temperature Range (C): -40 to 85

Operating Voltage Range (V): 2 to 5.5

Pin Count: 40

6. DIAGRAMAS ELÉTRICOS

Os diagramas elétricos foram desenvolvidos com auxílio do software Cadsoft Eagle.

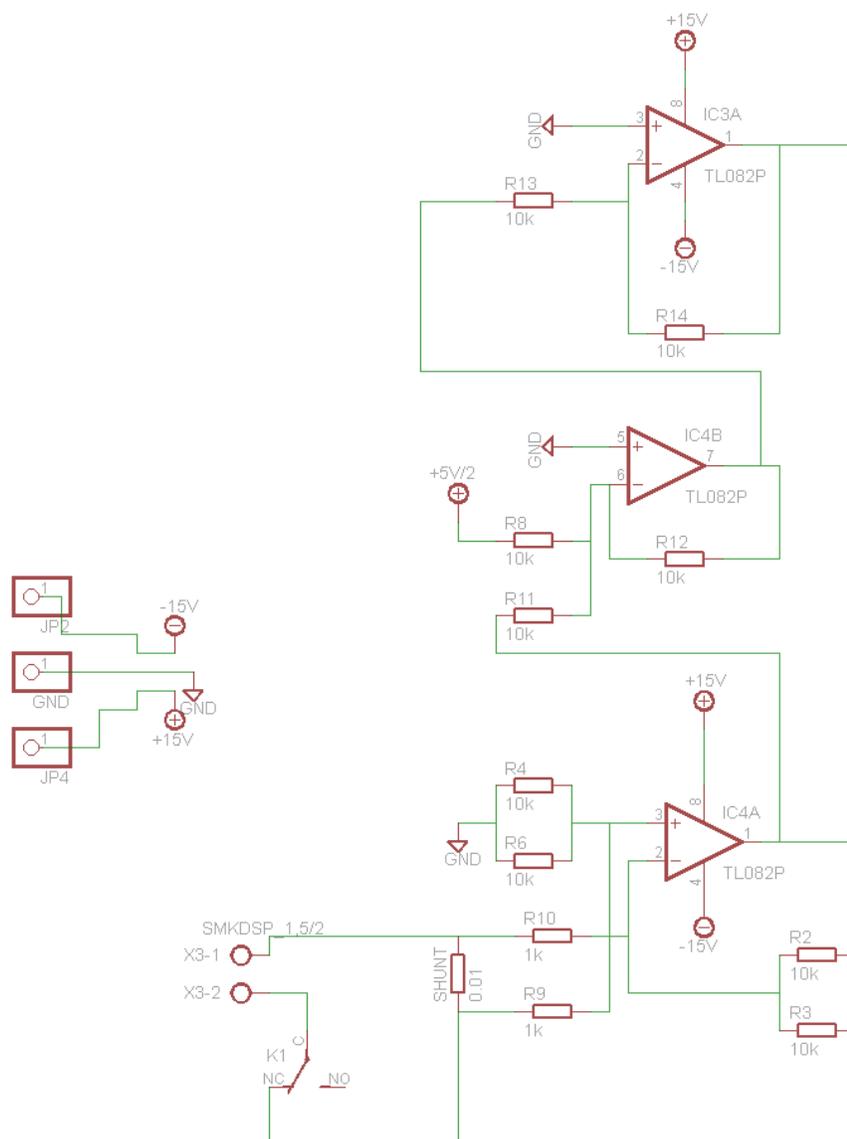


Figura 13 – Diagrama elétrico amplificadores operacionais.

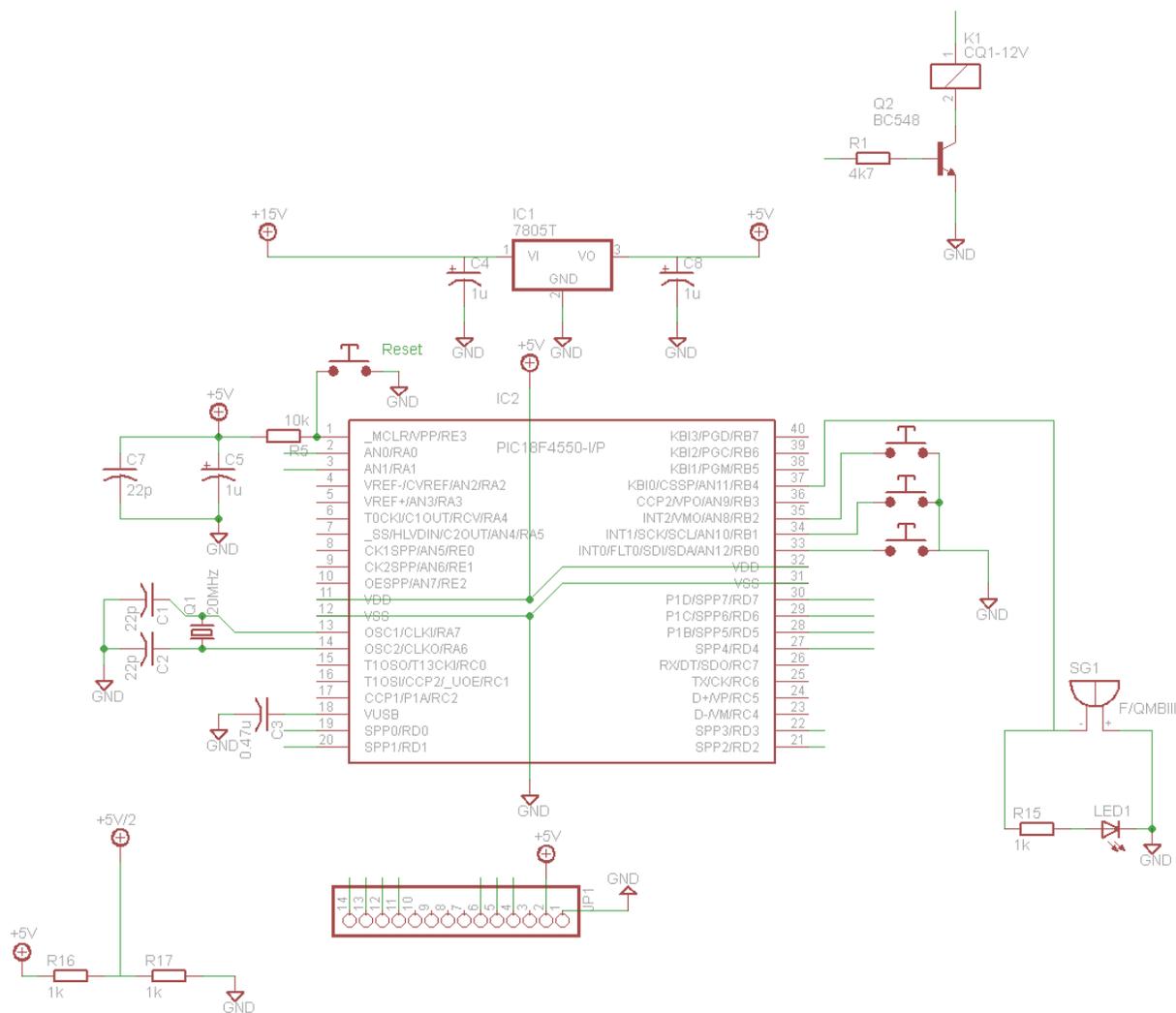


Figura 14 – Diagrama elétrico integrado com microcontrolador.

8. CÓDIGO-FONTE

```

#include <18F4550.h>
#define device adc=10
#define fuses HS,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP
#define use delay(clock=20000000)

#include <lcd.c>

#define build (reset=0x800, interrupt=0x808) //code starts right after the bootloader
#define org 0, 0x7FF {} //don't overwrite the bootloader

void setup();
void lcd(char c);
float read_voltage();
void ext_isr();

BOOLEAN wait = FALSE;
float max_current = 0.0;
float voltage, current;
float valorAjuste = 0.0;
int aux;

void main()
{
  setup();
  ext_isr();
  while(1)
  {
    //voltage = voltage*0.3 + read_voltage()*0.7;
    voltage = read_voltage();
    current = 2 * ( voltage - valorAjuste );

    if( !wait )
    {
      //lcd_gotoxy(1,1);
      //delay_ms(10);
      printf(lcd,"I = %.2f ",current);
      lcd_gotoxy(1,1);
      //if( ( (current-max_current)>=0.01 && current>=0.0 && max_current>=0.0 ) || ( (current-
      //if( !( ( (max_current-current)>=0.01 && max_current>=0.0 && current>=0.0 )
      //|| ( (max_current-current)<=(-0.01) && max_current<=0.0 && current<=0.0 ) ) )
      //if( (current*max_current)<0.0 || ( max_current>=0.0 && (max_current-current)<=(-0
      if( !( (max_current>-0.1 && current>-0.1 && (max_current-current)>-0.1) || (max_cur
      {
        // Alarme
        output_high( PIN_A1 ); // Abre circuito
        output_high( PIN_B3 ); // Liga alarme sonoro
        disable_interrupts(INT_EXT); // Desabilita interrupcao
        printf(lcd, "\fAlerta I = %.2f", current);
        while( 1 ){ // Aguarda pressionar botao de desativacao
          //output_low( PIN_B3 ); // Desliga alarme sonoro
          //ext_isr(); // Solicita nova max_current
          //enable_interrupts(INT_EXT1); // Habilita interrupcao
        }
      }
    }
  }
};

void setup()
{
  output_high( PIN_A1 ); // Abre circuito
  output_low( PIN_B3 ); // Desliga alarme sonoro
}

```

Figura 16 – Trecho do código-fonte do projeto SCS.

9. GLOSSÁRIO

Transistor: O transistor (ou transistor) é um componente eletrônico que começou a se popularizar na década de 1950 tendo sido o principal responsável pela revolução da eletrônica na década de 1960, e cujas funções principais são amplificar e chavear sinais elétricos. O termo vem de transfer resistor (resistor de transferência), como era conhecido pelos seus inventores. Nesse projeto é utilizado para receber o sinal vindo da placa altera e liberar corrente para uma bobina. Foram usados 3 transistores.

Circuito Integrado: É abreviado por CI, é um dispositivo microeletrônico que consiste de muitos transistores e outros componentes interligados capazes de desempenhar muitas funções. Suas dimensões são extremamente reduzidas, os componentes são formados em pastilhas de material semicondutor.

Microcontrolador: É um computador-num-chip, contendo um processador, memória e periféricos de entrada/saída. É um microprocessador que pode ser programado para funções específicas, em contraste com outros microprocessadores de propósito geral (como os utilizados nos PCs). Eles são embarcados no interior de algum outro dispositivo (geralmente um produto comercializado) para que possam controlar as funções ou ações do produto. Um outro nome para o microcontrolador, portanto, é controlador embutido.

Placa Fenolite ou Fibra de vidro: É uma placa de plástico com cobre em uma de suas superfícies, é utilizada para a impressão de circuitos.

Eagle: Programa utilizado para o desenho de circuitos para posteriormente serem impressos na placa de fenolite.

Relé: O relé é um dispositivo eletromecânico. Ele funciona como um interruptor controlado por um circuito elétrico em que, por meio de uma bobina e um eletroímã é ativado um conjunto de um ou mais contatos que abrir ou fechar circuitos independentes de energia. Uma vez que o relé é capaz de controlar um circuito de saída da maior potência do que a de entrada, podem ser considerados em um sentido amplo, como um amplificador elétrico.

10. PROBLEMAS APRESENTADOS

PROBLEMAS APRESENTADOS	SOLUÇÕES ENCONTRADAS
1º Problema: Escolha do resistor de Shunt	1º Solução: Refazer todos os cálculos precisamente e definir a corrente máximo em conjunto com a carga
2º Problema: Saida dos amplificadores com valores incorretos.	2º Solução: Adquirir resistores de precisão para o ajuste do ganho.
4º Problema: Alarme não dispara	3º Solução: Reparar e testar placa de circuito impresso novamente, refazendo soldas e etc.

11. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que é possível desenvolver um projeto de baixo custo relacionado a um sistema monitoramento de corrente, utilizando algumas técnicas básicas e um pouco de criatividade. Obtivemos êxito em nosso projeto e apesar do projeto em si parecer não ser muito complexo, demandou muito tempo de pesquisa e montagem, bem como dedicação, visto que tivemos que abandonar uma ideia anterior de projeto e tivemos poucas semanas para o desenvolvimento deste novo tema.

12. REFÊNCIAS

Dados Gerais. Disponível através da URL:

www.afonsomiguel.com. Acessado em 22/11/2011.